

**МАРЖАНБУЛАКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 26 мая 2013 г.  
с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$ ,  $I_0=8$  (Узбекистан, Джизакская область)**

**Усманова М.Т.<sup>1</sup>, Джураев А.<sup>1</sup>, Шерматов М.Ш.<sup>1</sup>,  
Фролова А.Г.<sup>2</sup>, Сатарова А.М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан [t.usmanova@mail.ru](mailto:t.usmanova@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт сейсмологии Национальной Академии наук Республики Кыргызстан,  
г. Бишкек, Кыргызстан [kis@mail.elcat.kg](mailto:kis@mail.elcat.kg)

<sup>3</sup>Лицей Института ирригации, г. Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Представлены инструментальные данные и результаты макросейсмического обследования последствий Маржанбулакского землетрясения, произошедшего в Узбекистане. Интенсивность в эпицентре 8 баллов по шкале MSK-64. Приведена карта изосейст. Показано соответствие между интенсивностью проявления землетрясения и уравнением регионального макросейсмического поля. Описаны геолого-геофизические, инженерно-геологические условия в эпицентральной зоне. Рассмотрена сейсмичность района наблюдений.

**Ключевые слова:** Узбекистан, макросейсмический эпицентр, карта изосейст, взбросо-сдвиг, геолого-геофизические и инженерно-геологические условия.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2019.22.36

**Для цитирования:** Усманова М.Т., Джураев А., Шерматов М.Ш., Фролова А.Г., Сатарова А.М. Маржанбулакское землетрясение 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$ ,  $I_0=8$  (Узбекистан, Джизакская область) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 409–420. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36

**Введение.** В Джизакской области Юго-Западного Узбекистана 26 мая 2013 г в 06<sup>h</sup>08<sup>m</sup> (в 11<sup>h</sup>08<sup>m</sup> по местному времени) произошел сильный толчок – Маржанбулакское землетрясение с  $K_p=15.0$  ( $MS_{MOS}=MS_{ISC}=5.9$ ;  $M_{WGCMT}=5.8$ ,  $M_{WMOS}=6.2$  в табл. 1), ощущавшийся в населенных пунктах эпицентральной зоны с интенсивностью до 8 баллов по шкале MSK-64 [1]. Подобного ранее в этой части Узбекистана никогда не происходило.

Интересна связь с другим землетрясением, произошедшим на 8 час. 10 мин. раньше в 210 км северо-восточнее, в Ташкентской области. Это Туябугузское землетрясение  $K_p=13.7$ ,  $M=5.5$ , также описанное в отдельной статье настоящего ежегодника [2].

**Инструментальные данные.** Положение эпицентра Маржанбулакского землетрясения определено по данным 11 сейсмических станций Комплексной экспедиции Института сейсмологии АН РУз («Самарканд», «Андижан», «Чарвак», «Джизак», «Ташкент», «Тамдыбулак», «Фергана», «Кумарик», «Пачкамар», «Баткент», «Пскем») и сейсмической станции Туринского Политехнического Института в г. Ташкенте. Координаты эпицентра:  $\varphi=39.96^\circ N$ ,  $\lambda=67.34 E$ , глубина очага находилась в пределах  $h=15-18$  км,  $MLH^p=6.0$ ,  $K_p=15.0$  [3]. По названию ближайшего к эпицентру населенного пункта это землетрясение было названо Маржанбулакским.

Согласно бюллетеню ISC [4], Маржанбулакское землетрясение записала 2751 сейсмическая станция Земного шара. Основные параметры главного толчка по материалам различных агентств представлены в табл. 1.

В табл. 1 более устойчива магнитуда  $MS$  по поверхностным волнам, равная 5.9 по данным главных агентств ISC [4], MOS [5] и принятая в настоящей статье в качестве основной магнитуды описываемого землетрясения (*ред.*). Глубина очага по данным региональной сети  $h=16.5$  км близка к значению глубины  $rP\_DEPTH=14.34837$ , полученному агентством ISC [4].

**Таблица 1.** Основные параметры землетрясения 26 мая 2013 г. в 06<sup>h</sup>08<sup>m</sup> с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$  по данным различных сейсмологических центров

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			$\varphi^\circ$ , N	$\delta$ , км	$\lambda^\circ$ , E	$\delta$ , км	$h$ , км	$\Delta$ , км		
Uzb	06 08 16.1		39.96 <sub>н</sub> 40.00 <sub>м</sub>		67.34 <sub>н</sub> 67.30 <sub>м</sub>		16.5		$K_p=15.0$ , $M^p=6.0$	[3]
Tadj*	06 08 16		39.90		67.60		10	23	$K_p=15.0$	[6]
Asia*	06 08 16.1		39.20		67.40			85	$K_p=14.0$ , $MPVA=6.2$	[7]
NNC	06 08 14.71	5.81	40.154		67.103		0f	29	$K_p=13.0$ , $m_b=6.3$ , $m_{pv}=6.2$	[4]
MOS	06 08 15.0	0.9	39.95	3.4	67.40	3.4	24	5	$MS=5.9/127$ , $MPSP=6.3/113$ , $MPLP=6.6/5$ , $M_w=6.2/1$	[5]
ISC	06 08 15.31	0.19	39.950	3.3	67.436	2.6	15.5 16.0 <sub>pp</sub>	9	$MS=(5.9\pm 0.1)/745$ , $m_b=(6.2\pm 0.2)/618$	[4]
NEIC	06 08 16.0	1.56	39.956	10.4	67.314	7.3	18f	3	$m_b=6.2/460$ , $MS=5.9/567$ , $M_w=5.7$	[4]
IDC	06 08 13.13	0.35	39.85	9.6	67.38	6.8	0f	13	$MS=5.7/38$ ; $m_b=(5.6\pm 0.1)/30$ , $ML=(5.2\pm 0.1)/10$	[4]
ВЛ	06 08 13.3	1.15	39.97		67.39		20	4	$MS=6.2/93$ , $m_b=5.8/83$	[4]
GCMТ	06 08 14.0	0.10	39.94		67.26		26.9	7	$M_w=5.8/128$	[4]

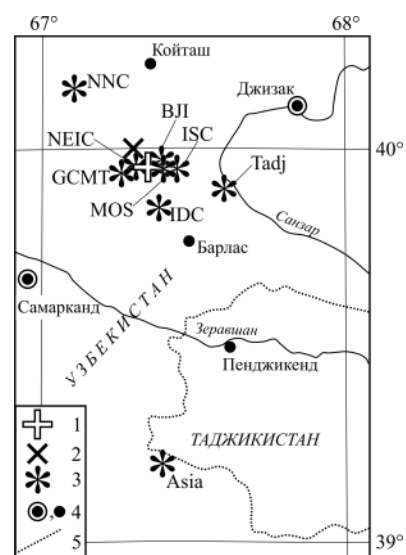
Примечание. Знаком \* отмечены агентства, добавленные *ред.*; сведения об агентствах см. в обозначениях к настоящему ежегоднику.

Разброс решений координат эпицентра Маржанбулакского землетрясения изображен на рис. 1. Эпицентры ближайших азиатских агентств – Tadj, NNC и Asia, – «отсочили врасыпную» от прямого белого креста (инструментального эпицентра Узбекистана) на 23, 29 и даже 85 км, тогда как эпицентры всех остальных агентств, весьма удаленных, гораздо ближе: NEIC – 3 км, ВЛ – 4 км, MOS – 5 км и т.д. (табл. 1). Это вполне ожидаемый результат – следует учесть одностороннее расположение станций Tadj, NNC и Asia относительно эпицентра.

**Рис. 1.** Локализация эпицентра Маржанбулакского землетрясения 2013 г. по решениям разных центров

1, 2 – эпицентр по макросейсмическим и инструментальным данным региональной сети; 3 – решения других агентств; 4 – крупный и мелкие населенные пункты Узбекистана; 5 – государственная граница.

**Механизм очага** Маржанбулакского землетрясения, собранный *ред.* из публикаций мировых агентств, приведен в (табл. 2).

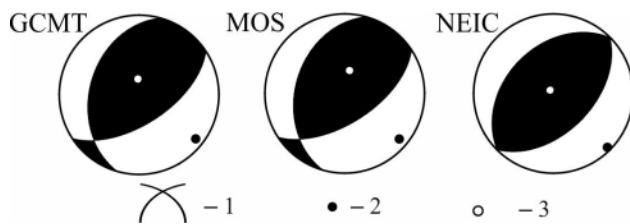


**Таблица 2.** Параметры механизма очага Маржанбулакского землетрясения 26 мая 2013 г. в 06<sup>h</sup>08<sup>m</sup> с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
			$M_w$	$MS$	$M_s$	T		N		P		NP1			NP2			
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
GCMТ	06 08 14.0	26.9	5.8			74	355	11	221	11	129	48	57	104	205	35	70	[8]
MOS	06 08 15	24	6.2	5.9		66	12	20	225	12	130	57	60	114	196	37	55	[9]
NEIC	06 08 16	18f	5.7		5.9	72	46	17	227	0	137	64	48	114	211	47	66	[4]

Сравнительный анализ данных [10] показал, что ориентация оси сжатия в очаге этого землетрясения ( $AZM_p=129, 130, 137^\circ$ ) соответствует общерегиональному направлению сжатия земной коры Тянь-Шаня и Памира со стороны Индийской литосферной плиты. В этой связи отметим, что Маржанбулакское землетрясение является не случайным сейсмическим событием, а проявлением геодинамического режима Памиро-Тянь-Шаньского региона.

Рассмотрим построенные в *ред.* диаграммы механизма очага (рис. 2) Маржанбулакского землетрясения 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$  по данным GCMТ, MOS, NEIC.



**Рис. 2.** Диаграммы механизма очага (нижняя полусфера) Маржанбулакского землетрясения 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$  по данным GCMТ, MOS, NEIC

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений растяжения и сжатия соответственно; зачернена область волн сжатия.

Из табл. 2 и рис. 2 следует, что во всех трех решениях механизма очага Маржанбулакского землетрясения преобладали близгоризонтальные ( $PL_{GCMТ, MOS}=11, 12^\circ$ ) или горизонтальные ( $PL_{NEIC}=0^\circ$ ) напряжения сжатия юго-восточной ориентации с азимутами  $AZM=129^\circ$ , или  $130^\circ$ , или  $137^\circ$ . В результате такой системы напряжений тип подвижки в очаге Маржанбулакского землетрясения – взброс, с незначительными компонентами сдвига по нодальным плоскостям  $NP1_{GCMТ}$  и  $NP1_{MOS}$  или чистый взброс по более крутой ( $DP=64^\circ$ ) плоскости  $NP1_{NEIC}$ . Простираение этих плоскостей в трех решениях восток–северо-восточное  $STK=48^\circ, 57^\circ$  и  $64^\circ$ . Вторые плоскости  $NP2$  более пологие ( $DP=35, 37$  и  $47^\circ$ ) и простираются на юго-запад, тип движения по ним – надвиг. Эти плоскости, по-видимому, не следует рассматривать как возможные плоскости разрыва.



**Рис. 3.** Ступенчатое обрушение массива лёссовых пород в русле сая недалеко от кишлака Пахтабоши (табл. 4), Галлааральский район, Джизакская область (Фото Джураева А., 2013)

Представляет интерес фотография реального обвала земной массы в 8-балльной области на побережье канала в кишлаке Пахтабоши на рис. 3.

**Афтершоки** Маржанбулакского землетрясения в небольшом количестве зарегистрированы лишь станциями соседнего Таджикистана и публикуются в настоящем сборнике в каталоге его землетрясений [6]. Их выборка (табл. 3) и включение в настоящую статью выполнена в *ред.*

**Таблица 3.** Основные параметры афтершоков Маржанбулакского землетрясения из [6]

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
Основной толчок						
	26.05	06 08 16.1	39.96	67.34	16	15.0
Афтершоки						
1	26.05	07 39 10	39.90	67.40	10	8.8
2	26.05	07 41 16	39.95	67.50	10	8.6
3	26.05	09 19 41	39.90	67.50	10	9.0
4	26.05	20 22 17	39.90	67.40	10	9.3
5	26.05	20 51 41	39.90	67.40	10	8.6
6	27.05	02 18 44	39.90	67.40	10	9.9
7	06.06	13 08 10	39.90	67.50	10	10.4
8	11.06	04 05 20	39.85	67.60	10	8.7
9	14.06	22 50 05	40.00	67.40	10	9.0
10	20.06	12 54 02	39.90	67.50	10	8.6
11	18.07	16 29 28	39.90	67.55	10	8.6

По этим данным можно оценить величину энергетической ступени  $\Delta K_a$  между главным толчком и максимальным афтершоком, произошедшим на 11 сутки после главного толчка. Энергетический класс максимального афтершока, как следует табл. 3, равен  $K_{a \max}=10.4$ . Тогда

$$\Delta K_a=15.0-10.4=4.6.$$

Полученное значение разности уровней энергии, равное  $\Delta K_a=4.6$ , достаточно велико. Отсутствие сильного повторного толчка, афтершока Бота, может свидетельствовать о снятии накопленных напряжений при главном событии.

**Макросейсмические данные.** Маржанбулакское землетрясение ощущалось на обширной территории Самаркандской и Джизакской областей. С 26 мая по 4 июня 2013 г. четыре макросейсмических отряда Института сейсмологии АН Республики Узбекистан проводили обследование последствий этого события.

В зону 8-балльных максимальных сотрясений попали опорный пункт ОВД, Маржанбулак-карьер и кишлак Пахтабоши Галлааральского района Джизакской области (табл. 4). При обследовании кишлака Пахтабоши и Опорного пункт ОВД, где были отмечены 8-балльные сотрясения, А. Джураеву и О. Джураеву местные жители сообщили, что за 5–6 минут до землетрясения наблюдалось сильное беспокойство собак, которые протяжно выли и убегали далеко за пределы населенных пунктов. Жители кишлака Кутал в зоне с  $I_i=7-8$  сообщили М.Т. Усмановой, что до землетрясения сначала отчетливо был слышен мощный подземный гул, затем поднялась густая пыльная буря, которая затмила весь горизонт и несколько минут не рассеивалась. Ничего нельзя было разглядеть, ощущали лишь сильные колебания земли. Как свидетельствуют десятки жителей кишлака Кутал, во время этого землетрясения трудно было устоять на ногах, почва уходила из-под ног.

Справедливости ради отметим, что проявление 8-балльного эффекта в этих пунктах обусловлено неблагоприятными грунтовыми условиями. Поэтому именно здесь отмечено аномально высокое сейсмическое воздействие Маржанбулакского землетрясения на здания, сооружения и окружающую среду. Конкретно, на несущих стенах обследованных объектов возникли сквозные трещины, произошло обрушение стен домов, обваливание облицовки и штукатурки (фото 1–3 в [11]), что соответствует 2–3 степени повреждения по сейсмической шкале MSK-64. Фотографии 1–3 с примерами повреждений зданий в этом случае, как и во многих других, описанных ниже, вынесены *ред.* в отдельное Приложение [11] на диске в целях уменьшения объема статьи при сохранении всей информации.

В плейстосейстовой зоне землетрясения найдены следы вторичных сейсмогравитационных эффектов, характерных для сильных событий. Так, например, на асфальтовом покрытии автомобильной дороги в кишлаке Пахтабоши (фото 4 в [11]) в результате землетрясения возникла зияющая трещина, которая рассекла дорожное полотно на две части. Ширина трещины составила 5–10 см, длина – 70–100 м.

На дне высохшего арыка видна зияющая трещина шириной  $d=5-20$  см, длиной порядка  $\ell=100-150$  м (фото 5 в [11]).

На побережье Караулбазарского водохранилища в Джизакской области отмечены свежие осыпи и обрушения лёссовых массивов. По сообщениям жителей кишлака Кутал Галлааральского района Джизакской области, на грунтовой автомобильной дороге, во дворах и на открытой местности возникали трещины шириной 1–3 см, длиной 4–11 м, которые через 2–3 часа после землетрясения стали закрываться. При обследовании данные трещины уже были закрыты песком, мелким гравием и механизм этих трещин иной, чем крупных зияющих трещин. Вместе с тем эти два типа трещин – зияющие и закрытые (в момент землетрясения раскрываются, а затем сразу закрываются) являются характерными остаточными деформациями сильных землетрясений, происходящих на территории Тянь-Шаня. В кишлаке Пахтабоши найдены остаточные деформации: на берегу канала произошел обвал огромной массы лёссовых пород длиной до 30 м (фото 6 в [11]).

Характеризуя 7-, 6- и 5-балльные зоны, отметим, что они захватывают огромные горные и адырные территории Джизакской и Самаркандской областей. На несущих стенах обследованных объектов при сейсмическом воздействии возникли различные трещины: структурные, местами конструктивные и др., произошло обрушение облицовки и штукатурки, что соответствует 1–2 степени повреждений (для зданий типа «Б») по сейсмической шкале MSK-64. Большое количество фотоматериалов в [11] по результатам обследований частных домов, зданий и сооружений, а также сложившаяся сейсмогравитационная ситуация в эпицентральной зоне Маржанбулакского землетрясения подтверждают отмеченную выше сейсмическую интенсивность, равную  $I_i=7, 6$  и 5 баллов, проявившуюся в Узбекистане на территории двух областей (Джизакской и Самаркандской) и одной области (Худжандской) – в соседнем Таджикистане (см. ниже рис. 4).

Следует отметить, что в населенных пунктах этих областей отмечены значительные повреждения домов, построенных в 50-е годы прошлого столетия из сырцового кирпича, а также типа «пахса» и «гуваляк», имеющих неправильные сложные конструкции. В то же время в современных типовых жилых кирпичных домах, построенных 2–3 года назад в поселках Молтаб-1 и Молтаб-2 в Джизакской области, не было замечено больших повреждений, хотя эти поселки находились в эпицентре, в 7–8 балльной зоне. Вследствие землетрясения там возникли различные трещины внутри и на фасаде зданий, обвалились печные трубы и др.

Были проведены также исследования воздействий сильных землетрясений на отдельные исторические комплексы, монументы, города-музеи под открытым небом, такие как Самарканд, Бухара, Хива, Шахрисабз, которые уже не раз в течение последних 2500 лет подвергались таким воздействиям. Например, после Маржанбулакского землетрясения в историческом комплексе монументов Гур-Эмир, Шохи-Зинда в г. Самарканде, в комплексе Имама Бухари в г. Челаке Самаркандской области возникли свежие нитеобразные структурные трещины, зарегистрировано выпадение отдельных облицовочных плит (фото 7 а, б, в, [11]).

Результаты обработки данных, полученных при обследовании 56-ти населенных пунктов на территории Узбекистана (табл. 4), позволили изучить макросейсмический эффект в исследуемом районе.

**Таблица 4.** Макросейсмические данные о Маржанбулакском землетрясении 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$

№	Пункт	r, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	r, км	φ°, N	λ°, E
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	<u>8 баллов</u>				24	Джизак	47	40.15	67.90
1	Эпицентр мкр.	16.5	39.90	67.50	25	Челак	48	39.92	66.97
2	Опорный пункт ОВД	18.2	39.87	67.42		<u>5 баллов</u>			
3	Маржанбулак (карьер)	26.2	40.02	67.32	26	Хужа Исмоил	43.7	39.85	67.03
	Пахтабоши	21.8	39.78	67.56	27	Самарканд	56.5	39.66	66.95
4	<u>7–8 баллов</u>				28	Ургут	62	39.38	67.32
	Маржанбулак (жил. гор. пос.)	21.1	39.93	67.65	29	Гулзор	46.8	39.99	67.00
5	Галлачи	18.9	39.87	67.60		<u>4–5 баллов</u>			
6	Караулбазарское водохранилище	28.9	39.72	67.65	30	Перевал Китаб	87	39.26	66.95
7	Кутал	29.7	40.09	67.35	31	Дустлик	83.5	40.52	68.02
	<u>7 баллов</u>				32	Заамин	78.8	39.96	68.40
8	Богарное	20.9	39.97	67.62	33	Каттакурган	106	39.88	66.27
9	Молтоп	18.7	39.97	67.45	34	Гагарин	105	40.66	68.20
10	Габдун	21.3	39.94	67.35	35	Жуш	113	40.38	66.34
11	Октош	31.7	40.05	67.25		<u>4 балла</u>			
	<u>6–7 баллов</u>				36	Хаватаг	125	40.22	68.90
12	Хонако	24.6	39.96	67.30	37	Гулистан	134	40.50	68.85
13	Галлаарал	30.5	40.04	67.74	38	Бахт	137	40.71	68.70
14	Чаянчи	37.4	40.20	67.46	39	Хандиза	126	38.78	67.57
15	Эрганакли	24.6	39.74	67.45	40	Нурота	187	40.75	65.60
16	Сайфин ота	34.5	40.17	67.55	41	Кизилтепа	134	40.05	65.95
17	Усмат	26.0	39.74	67.61	42	Зиядин	162	40.04	65.62
18	Жума	38.0	40.05	67.15	43	Бекабад	152	40.20	69.22
19	Куйтош	38.6	40.20	67.38	44	Чиназ	168	41.00	68.85
	<u>6 баллов</u>				45	Навои	216	40.15	65.55
20	Булунгур	26.7	39.75	67.35		<u>3–4 балла</u>			
21	Сарой	25.4	39.86	67.72	46	Денов	180	38.33	67.95
22	Чакар	51.0	40.27	67.20	47	Янгиюль	203	40.30	69.03
	<u>5–6 баллов</u>				48	Ташкент	211	41.27	69.22
23	Жомбой	85	39.17	67.70	49	Вабкент	255	40.02	64.52
						<u>3 балла</u>			
					50	С/ст ТашГРЭС	229	41.36	69.40
					51	Чирчик	249	41.47	69.59

№	Пункт	$r$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
1	2	3	4	5
52	Газалкент	271	41.65	69.73
53	Яйпан	286	40.36	70.80
54	Газли	345	40.13	63.46

№	Пункт	$r$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
1	2	3	4	5
	<u>2 балла</u>			
55	Фергана	375	40.38	71.86
56	Андижан	421	40.79	72.32

Примечание. В столбце 3 приведены значения гипоцентральных расстояний  $r$ , км при глубине очага  $h=16.5$  км; все населенные пункты расположены на территории Республики Узбекистан.

На основе данных табл. 4 построена карта изосейст Маржанбулакского землетрясения, где выделены зоны с  $I_i=8, 7, 6$  и 5 баллов (рис. 4). Карта опирается на большой фактический материал, собранный четырьмя полевыми макросейсмическими отрядами ИС АН Республики Узбекистан [3].

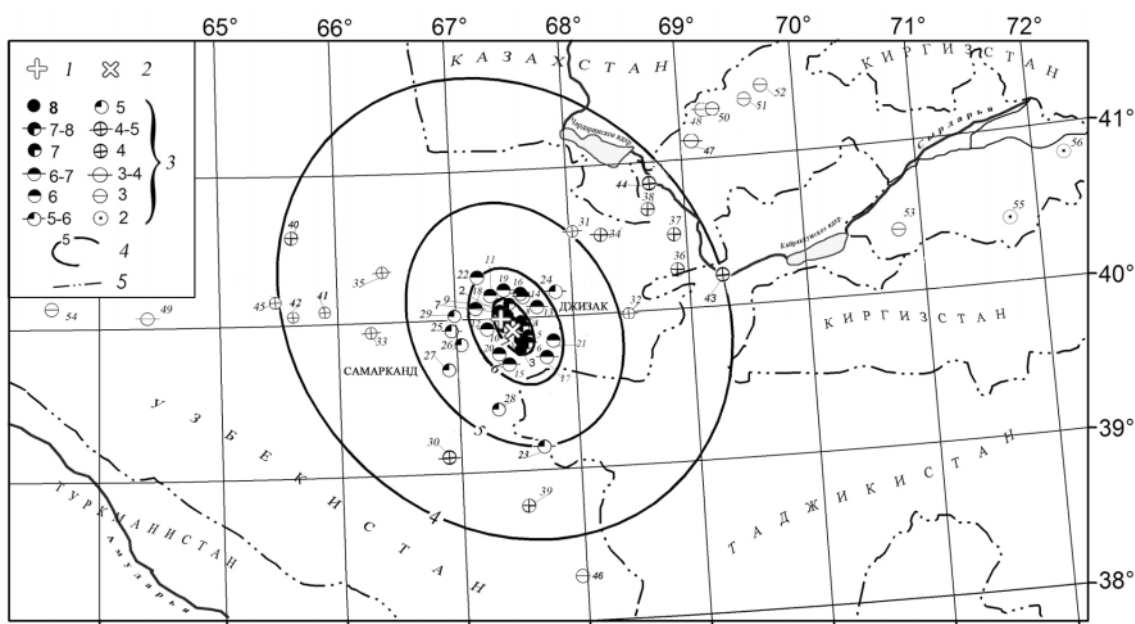


Рис. 4. Карта изосейст Маржанбулакского землетрясения 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$ ,  $I_0=8$

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентр соответственно; 3 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64; 4 – изосейста; 5 – государственная граница.

Продольная ось системы изосейст Маржанбулакского землетрясения ориентирована на северо-запад ( $AZM=327^\circ$ ) и соответствует направлению тектонических структур Северо-Кульджуктау-Туркестанской сейсмогенной зоны ( $300^\circ$ ), но не согласуется с простиранием nodальных плоскостей  $NP1$  и  $NP2$  в очаге этого землетрясения, т.к.  $STK_1=(47^\circ, 57^\circ, 64^\circ)$  или  $STK_2=(205^\circ, 196^\circ, 211^\circ)$ .

**Геометрические параметры макросейсмического поля** Маржанбулакского землетрясения, измеренные по карте его изосейст, приведены в табл. 5.

Таблица 5. Геометрические параметры макросейсмического поля Маржанбулакского землетрясения 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$

$I_i$ , баллы	Геометрические параметры поля изосейст, км				Площадь $S_i$ зоны, км <sup>2</sup>
	$l_a$ , км	$l_b$ , км	$\bar{l}$ , км	$l_a/l_b$	
7	4.2	2.0	2.9	2.1	28.56
6	8.5	5.6	6.9	1.5	161.84
5	24.2	14.0	18.4	1.7	1064.83
4	33.5	28.5	30.9	1.2	3246.15

Примечание.  $l_a$  и  $l_b$  – продольная и поперечная полуоси эллипсов;  $\bar{l}$  – геометрическая средняя, равная  $\bar{l}=\sqrt{l_a \cdot l_b}$ ;  $S_i=S_{\text{эллипса}}=\pi \cdot l_a \cdot l_b$ .

Как следует из табл. 5, затухание интенсивности сотрясений в поперечном направлении, с юго-запада на северо-восток, происходило в 2.1 раза быстрее в пределах 7-балльной изосейсты и, в среднем, в 1.5 раза быстрее в пределах 6-, 5- и 4-балльной изосейст, что важно учитывать при сейсмическом районировании этой территории.

**График затухания балльности.** На основе данных об интенсивности сотрясений в населенных пунктах (табл. 4) построен график затухания  $I(r)$  (рис. 5) при Маржанбулакском землетрясении и рассчитаны коэффициенты кривой в виде:

$$I=12.274-3.8\lg r. \quad (1)$$

На рис. 5, кроме наблюдаемых данных и установленной для них зависимости (1), приведены кривые затухания, полученные для Ферганской долины Узбекистана Т.У. Артиковым и Р.С. Ибрагимовым [12, 13]. В зависимости от направления распространения волн относительно основных геологических структур эти кривые представлены следующими уравнениями макросейсмического поля:

$$\text{вкрест структур} \quad - \quad I=1.7M-3.8\lg\sqrt{(R^2+h^2)}+2.6, \quad (2)$$

$$\text{средний радиус} \quad - \quad I=1.7M-3.8\lg\sqrt{(R^2+h^2)}+2.9, \quad (3)$$

$$\text{вдоль структур} \quad - \quad I=1.7M-3.8\lg\sqrt{(R^2+h^2)}+3.2. \quad (4)$$

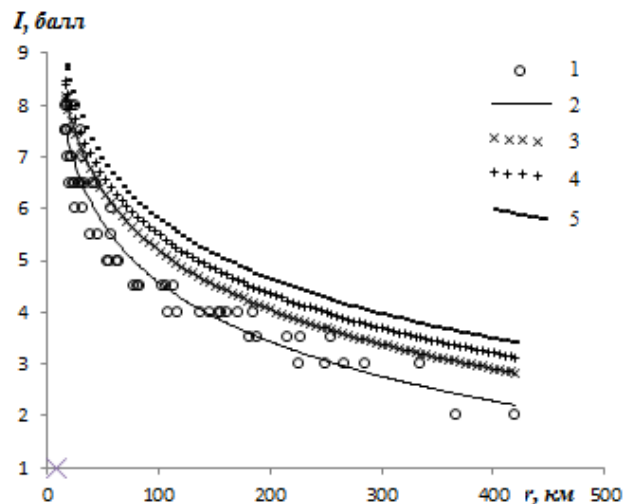
При магнитуде  $M^p=6.0$  и глубине очага  $h=16.5$  км, принятых для Маржанбулакского землетрясения, интенсивность колебаний в эпицентре по уравнению (2) составляет 8.2 балла, что близко к значениям установленной в результате обследования 8-балльной интенсивности в эпицентральной зоне.

Затухание наблюдаемой интенсивности колебаний при Маржанбулакском землетрясении выше максимального затухания (2), принятого для Ферганской долины при распространении сейсмических волн вкрест структур. Как уже отмечалось выше, макросейсмическое поле Маржанбулакского землетрясения ориентировано вдоль тектонических структур эпицентрального района. Этот район отличается сложным геологическим строением, которое сказывается на сильном затухании сейсмических волн.

**Геолого-тектонические условия Маржанбулакского землетрясения.** По сейсмо-тектоническим данным [14] Маржанбулакское землетрясение возникло в районе между Северо-Нуратинским и Южно-Нуратинским тектоническими разломами в пределах Северо-Кульджуктау-Туркестанской сейсмогенной зоны (рис. 6), ширина которой на территории Узбекистана – 15 км, длина – 450 км [15]. Восточное окончание зоны находится на территории Таджикистана.

Эта протяженная сейсмогенная зона обусловлена системой Северо-Кульджуктау-Туркестанской системой разломов [16]. Активность разломов выражается наличием многочисленных остаточных деформаций, высокоамплитудными смещениями новейших и четвертичных отложений по всей протяженности разломной зоны, а также следами древних землетрясений – палеосейсмодислокациями.

Современная активность зоны подтверждается возникновением в ее пределах ряда землетрясений. На основе изучения геолого-тектонических особенностей сеймотектонический потенциал сейсмогенной зоны был оценен в 8 баллов ( $M \leq 6.5$ ) [16].



**Рис. 5.** График затухания интенсивности  $I(r)$  сотрясений при Маржанбулакском землетрясении  
1 – наблюдаемые данные; 2 – установленная для них зависимость (1); 3, 4, 5 – по уравнениям (2), (3), (4) макросейсмического поля соответственно для Ферганской долины при  $M^p=6.0$  и  $h=16.5$  км.

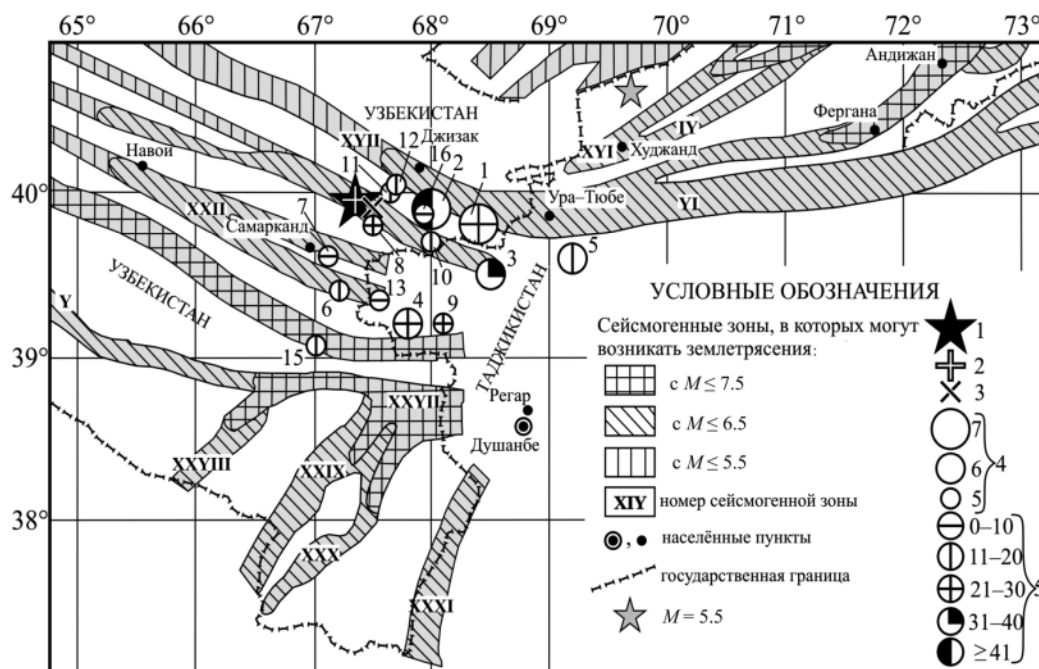


Рис. 6. Сейсмотектоническая обстановка землетрясения 26 мая 2013 г.  
(Ибрагимов Р.Н., Нурматов У.А., 2013 [16])

1, 2 – инструментальный эпицентр; 3 – макросейсмический эпицентр; 4 – магнитуда  $MLH/MS$ ; 5 – глубина  $h$ , км; инструментальный эпицентр Туябугузского землетрясения 2013 г. [2] обозначен звездой в сером фоне.

**Инженерно-геологические условия района Маржанбулакского землетрясения.** Эпицентральная зона землетрясения и прилегающие площади сложены лёссовидными породами пролювиального происхождения с мощностью 40–70 м. Породы высокопористые с величиной просадки 0.5–2.5 м [17].

В кишлаке Пахтабоши было обследовано здание общеобразовательной школы № 17, одна часть здания – одноэтажная, вторая – двухэтажная. Здание построено из жженого кирпича на известковом растворе. По шкале сейсмической интенсивности MSK-64 оно относится, к зданиям типа Б. По оценкам обследования здание имеет степень повреждения 2–3, что соответствует 8-балльной интенсивности воздействий. Уровень грунтовых вод здесь находится на глубине около 2 м. Для снижения уровня грунтовых вод пройден открытый коллектор. Во время землетрясения участок борта оторвался и просел в коллектор (фото 6, [11]). На асфальтовой автомобильной дороге образовалась продольная трещина (фото 4, [11]). Еще одна трещина возникла вдоль арыка, параллельно к коллектору и трещине на асфальтовой дороге. На этом участке кишлака интенсивность землетрясения достигла 8 баллов (табл. 4). Это подтверждается как повреждениями зданий, так и деформациями грунтов.

Другая часть кишлака Пахтабоши расположена в возвышенной местности с уровнем грунтовых вод 6–8 м. Здесь были обследованы индивидуальные дома, построенные местными жителями методом «пахса», которые по шкале балльности MSK-64 относятся к типу А. Средняя степень повреждения этих домов оценена в градации, равной 2–3, что соответствует интенсивности 7 баллов.

Вышеописанные наблюдения свидетельствуют о том, что близкое залегание уровня грунтовых вод к поверхности земли при сильных землетрясениях приводит к усилению сейсмической интенсивности.

**История сейсмичности.** Большая часть сильных ( $M \geq 6.0$ ) землетрясений произошла в пределах Узбекской части сейсмогенной зоны (рис. 6). Анализ сейсмологических данных показал, что только один раз зона реализовала свой максимальный сейсмический потенциал: возникновением Матчинского землетрясения 28.12.1923 г. с магнитудой  $M=6.4$ ,  $I_0=8$  (№ 5, рис. 6) на территории Таджикистана [18]. Кроме этого землетрясения за 100-летний период времени в пределах зоны возникло еще 15 событий с  $M \geq 5.0$  (табл. 6) и многочисленные толчки относительно небольшой силы.



**Таблица 6.** Список предшествующих эпицентров сильных с  $M \geq 5.0$  землетрясений Северо-Кульджуктау-Туркестанского района в очаговой зоне Маржанбулакского землетрясения 2013 г. (Джизакская и Самаркандская области) с сопредельными территориями Таджикистана (Худжандская область)

№	Дата, д м г	Координаты				$h$ , км	$\delta h$ , км	$M$	$\delta M$	$I_0$ , балл		Примечание	Источ- ник
		$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$								
1	17.09.1897	39.8	0.2	68.40	0.2	25	17–37	6.6	0.3	8	0.5	Уратюбинское-I	[18]
2	17.09.1897	39.90	0.5	68.00	0.5	45	30–68	6.7	0.5	7	1	Уратюбинское-II	[18]
3	12.08.1902	39.50	1	68.50	1	35	17–70	6.0	0.5	6–7	1	4–60(1); 3–170(3)	– " –
4	24.02.1915	(39.2)	0.5	(67.80)	0.5	(30)	20–45	5.7	0.5	6–7	1	5–70(1)	– " –
5	28.12.1923	39.60	0.2	69.20	0.2	18	9–36	6.4	0.3	8	1	Гарданское (Уратюбинское, Матчинское)	– " –
6	11.07.1928	39.40	0.5	67.20	0.5	20	10–40	5.4	0.7	6–7	1	5–6–40(1)	– " –
7	26.08.1928	39.60	0.5	67.10	0.5	10		4.6	0.5	6–71		4–40(1)	– " –
8	22.04.1935	39.80	0.5	67.50	0.5	25	17–33	5.3	0.5	6	1	Бахмальское-I* (Саназарское)	– " –
9	22.11.1948	39.20		68.10	0.5	30	15–60	5.4	0.5	5–6	1	5–30(2); 4–120(2); 3–250(3)	– " –
10	19.07.1955	39.70		68.00	0.2	14	9–20	5.2	0.3	7	0.5	Бахмальское-II* (Саназарское)	[19]
11	15.02.1984	40.00		67.65		15		5.2		6	0.5	Галла-Аральское-I*	[20]
12	23.02.1984	40.04		67.60		15		5.1		5–6	0.5	Галла-Аральское-II*	[20]
13	02.02.1995	39.34		67.56		10		4.8		5	0.5	Ургутское	[21]
14	25.05.2013	39.96 <sub>и</sub> 39.90 <sub>м</sub>		67.34 <sub>и</sub> 67.50 <sub>м</sub>		16.5		6.0		7–8	0.2	Маржанбулакское:	[3]
15	05.04.2016	39.07		67.02		11		5.1		5	0.2	Китабское	[22]
16	29.09.2017	39.87		67.94		10		5.1		6–7	0.5	Бахмальское-III*	[22]

Примечание. Номера Бахмальских и Галлааральских землетрясений в табл. 6 добавлены *ред.*; нижние индексы «<sub>и</sub>» и «<sub>м</sub>» означают инструментальный и макросейсмический эпицентры соответственно.

**Подводя итоги**, следует отметить, что Маржанбулакское землетрясение 2013 г. с  $M=5.9$  произошло в сейсмогенной зоне с  $M_{\max}=6.5$ . В этой зоне на территории соседнего Таджикистана уже происходили сильные землетрясения  $M \leq 6.5$ . На территории Узбекистана – это первое сильное землетрясение. Оно явилось одним из проявлений современных движений земной коры. Результаты макросейсмических обследований зданий, сооружений, наличие остаточных деформаций показали, что сейсмическая интенсивность в эпицентре достигла 8 баллов.

Усиление сейсмической интенсивности до 8 баллов в Опорном пункте ОВД и кишлаке Пахтабоши было связано с близким залеганием грунтовых вод к поверхности земли (до 2 м). Следовательно, для уменьшения сейсмического риска при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, на строительных площадках необходимо учитывать уровень грунтовых вод.

Возникновение в Юго-Западном Узбекистане Маржанбулакского землетрясения с  $M=5.9$  свидетельствует о том, что и западные участки сейсмогенных зон XVII и XXII (рис. 6) вовлекаются в активный тектонический, горообразовательный процесс. Можно полагать, что в будущем могут активизироваться и другие сейсмогенные зоны (XXVII–XXXI) Западного Узбекистана, которые длительное время находятся в состоянии сейсмического затишья.

Работа выполнена при поддержке государственной программы фундаментальных исследований по гранту международного Российско-Узбекистанского проекта MRU-FA-61/2017 «Реконструкция эволюции геомагнитного поля в позднем голоцене для прогноза геодинамических и климатических изменений в будущем».

## Л и т е р а т у р а

1. **Медведев С.В.** Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
2. **Усманова М.Т., Джураев А., Фролова А.Г., Нурматов У.А., Икрамова Д.А., Сатарова А.М.** Туябугузское землетрясение 25 мая 2013 г. с  $K_p=14.1$ ,  $MS=5.2$ ,  $I_0=7$  (Приташкентский район, Узбекистан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 397–408. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
3. **Усманова М.Т., Джураев А., Нурматов У.А., Захидов Т.К., Юсупджанова У.А., Ёдгоров Ш.И., Джураев Олим, Хафизов У.А.** Маржанбулакское землетрясение 26 мая 2013 г. // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2015 – № 2 – С. 29–35.

4. **International Seismological Centre**, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
5. **Сейсмологический бюллетень (сеть телесеismicических станций), 2013** // ФИЦ ЕГС РАН [Сайт]. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2013](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013)
6. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валяевская Т.Н., Артёмова Е.В. (сост.)**. Каталог землетрясений Таджикистана за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD\_ROM.
7. **Фролова А.Г., Берёзина А.В., Шукурова Р. (по региону), Соколова Н.П. (по Кыргызстану), Гессель М.О. (по Казахстану), Кучкаров К.И. (по Узбекистану) (отв. сост.); Молдобекова С., Першина Е.В., Афонина Л.Р., Неверова Н.П., Проскурина Л.П., Бектурганова Б.Б., Проскурина А.В., Далебаева Ж.А., Досайбекова С.К., Холикова М.А., Зоиров Ф.Ф. (сост.)**. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD\_ROM.
8. **Global Centroid Moment Tensor (CMT) Catalog**. – URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
9. **Малянова Л.С. (отв. сост.), Габсатарова И.П. (сост.)**. Параметры механизмов очагов сильных землетрясений Земли в 2013 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD\_ROM.
10. **Усманова М.Т.** К вопросу о поздней кайнозойской тектонике, сейсмичности Тянь-Шаня и Памира // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. – Ташкент: УД АН РУз, 2013. – № 10. – С. 48–54.
11. Фотографии повреждений зданий, сооружений и рельефа местности, вызванных Маржанбулакским землетрясением 26 мая 2013 г. с  $K_p=15.0$ ,  $MS=5.9$  на юго-западе Узбекистана // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD\_ROM.
12. **Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С.** Оценка зависимости сейсмической интенсивности в эпицентре землетрясений от магнитуды и глубины очага // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент. – 2006. – № 4. – С. 7–16.
13. **Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Артиков М.Т.** Развитие сейсмического процесса в очаговых зонах сильных землетрясений Узбекистана и долгосрочный прогноз сейсмической активизации // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент. – 2009. – № 1. – С. 23–31.
14. **Якубов Д.Х., Ахмеджанов М.А., Борисов О.М.** Региональные разломы Среднего и Южного Тянь-Шаня. – Ташкент: Фан, 1976. – 146 с.
15. **Ибрагимов Р.Н. и др.** Карта сейсмогенных зон Узбекистана. М: 1:600000. – Гос. Науч. предприятие «Картография» Госкомитета РУз по Земельным ресурсам, геодезии, картографии и госкадастра. – Ташкент, 2011. – Тираж 500.
16. **Ибрагимов Р.Н., Нурматов У.О., Ибрагимов О.Р.** Сеймотектонический метод оценки сейсмической опасности и вопросы сейсмического районирования // Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. – Ташкент: Гидроингео, 2002. – С. 59–74.
17. **Мавлянов Г.А.** Генетические типы лёссов и лёссовидных пород центральной и южной частей Средней Азии и их инженерно-геологические свойства. – Ташкент: АН УзССР, 1958. – 609 с.
18. **Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. (отв. ред.)**. Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР (с древнейших времен до 1975 г.). Раздел Средняя Азия и Казахстан. – М.: Наука, 1978. – С. 198–296.
19. **Джураев А.** Макросейсмические исследования сильных землетрясений на территории Средней Азии и Юга Казахстана // Научный отчет (закл.). – Ташкент: Фонды Института Сейсмологии АН РУз, 1975. – 258 с.
20. «Землетрясения в СССР в 1984 году», раздел Средняя Азия и Казахстана за 1984 г. // М.: Наука, 1987.
21. **Джанузакоев К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш.** Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 45–46.
22. **Исмаилов В.А., Нурматов У.А., Ибрагимов А.Х., Хусомидинов А.С.** О последствиях Бахмальского землетрясения 29 сентября 2017 г. // Ташкент, журн. – Геология и минеральные ресурсы. – 2018. – № 1. – С. 35–38.

## METADATA IN ENGLISH

**MARJANBULAK EARTHQUAKE on MAY 25, 2013 with  $K_p=14.1$ ,  $MS=5.2$ ,  $I_0=7$**

**(Djizakh province, Uzbekistan)**

**M.T.Usmanova<sup>1</sup>, A.Djuraev<sup>1</sup>, M.Sh. Shermatov<sup>1</sup>, A.G.Frolova<sup>2</sup>, A.M.Sattarova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institute Seismology of Academy Sciences of Republic Uzbekistan,  
Tashkent, Republic Uzbekistan [m.usmanova@mail.ru](mailto:m.usmanova@mail.ru)

<sup>2</sup> Institute Seismology of National Academy Sciences of Republic Kyrgyzstan,  
Bishkek, Republic Kyrgyzstan, [kis@mail.elcat.kg](mailto:kis@mail.elcat.kg)

<sup>3</sup> Lyceum of Institute Irrigation, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The instrumental data and the results of macroseismic survey of the Marjanbulak earthquake  $M_{W_{MOS}}=6.2$  with intensity of 8 on the MSK-64 scale, which occurred in Uzbekistan, are presented. The isoseismal map is given. Correspondence between the intensity of the earthquake manifestation and the regional macroseismic field equation is shown. Geological and geophysical, engineer-geological conditions in the epicentral zone are described. The seismicity of the observation area is reviewed.

**Key words:** Uzbekistan; macroseismic epicenter; isoseismal map; upthrust – displacement; geologic-geophysics and engineering-geologic conditions.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2019.22.36

**For citation:** Usmanova M.T., Djuraev, A., Shermatov M.Sh., Frolova, A.G., & Sattarova, A.M. (2019). Marjanbulak earthquake on May 25, 2013 with  $K_p=14.1$ ,  $MS=5.2$ ,  $I_0=7$  (Djizakh district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 409–420. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.36

## R e f e r e n c e s

1. Medvedev, S.V. International seismic intensity scale. In *Seismicheskoe raionirovanie SSSR* [Seismic zoning of the USSR] (pp. 151–162). Moscow: Nauka Publ. (In Russ.).
2. Usmanova, M.T., Djuraev, A., Frolova, A.G., Nurmatov, U.A., Ikramova, D.A., & Sattarova, A.M. (2019). Tuyabuguz earthquake on May 25, 2013 with  $K_p=14.1$ ,  $MS=5.2$ ,  $I_0=7$  (Tashkent district, Uzbekistan). *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22 (2013), 397–408. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.35
3. Usmanova, M.T., Djuraev, A., Nurmatov, U.A., Zakhidov, T.K., & Yusupdjanova, U.A. (2015). [Marjanbulak earthquake on May 26, 2013]. *Geologiya i mineral'nye resursy* [Journal of geology and mineral resources], 2, 29–35. (In Russ.).
4. International Seismological Centre. (2019). On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
5. Ulubieva, T.R., Risling, L.I., Mikhaylova, R.S., Nilobekova, Z.M., Mamatkulova, Z.S., Dmitrieva, T.N., Kutuzova, A.P., Valyavskaya, T.N., & Lukash, N.A. (2019). Catalogue of earthquakes of Tajikistan for 2013 with  $K_p=8.6$ . *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
6. Frolova, A.G., Berezina, A.V., Shukurova, R., Sokolova, N.P., Gessel, M.O., Kuchkarov, K.I., Moldobekova, S., Pershina, E.V., Afonina, L.R., Neverova, N.P., Proskurina, L.P., Dalebaeva, J.A., Dosaybekova, S.K., Proskurina, A.V., Bekturganova, B.B., Kholikova, M.A., & Zoirov, F.F. (2019). Catalogue of earthquakes of Central Asia for 2013 y., with  $K_p=8.6–14.7$ . *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
7. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. (2019). Retrieved from [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2013/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013/)
8. Global CMT catalog. (2019). Retrieved from <http://www.globalcmt.org/>
9. Malyanova, L.S., & Gabsatarova I.P. (2019). Parameters of focal mechanism of strong earthquakes of the Earth in 2013. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).

10. Usmanova, M.T. (2013). [To question about late Cenozoic tectonics, seismicity of Tien-Shan and Pamir. *Problemy seismologii v Uzbekistane* [Problems of seismology in Uzbekistan], 10, 48–54. (In Russ.).
11. Photos of damage buildings and constructions and relief of terrain caused by Marjanbulak earthquake on 26 May 2013 with  $K_p=15.0$ ,  $M_S=5.9$  on south-west of Uzbekistan. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
12. Artikov, T.U., & Ibragimov, R.S. (2006). [Estimate of seismic intensity dependency in epicenter of earthquakes from magnitude and depth of sources]. *Geologiya i mineral'nye resursy* [Journal of geology and mineral resources], 4, 7–16. (In Russ.).
13. Artikov, T.U., Ibragimov R.S., & Artikov M.T., (2009). [Development of seismicity in the zones of sources strong earthquakes of Uzbekistan and long-term prognosis of seismic activity]. *Geologiya i mineral'nye resursy* [Journal of geology and mineral resources], 1, 23–31. (In Russ.).
14. Yakubov, D.Kh., Akhmedjanov, M.A., & Borisov, O.M. (1976). *Regional'nye razlomy Sredinnogo i Iuzhnogo Tian'-Shania* [Regional faults of Middle and South Tien-Shan]. Tashkent: Fan Publ., 146 p. (In Russ.).
15. Ibragimov R.N. et al. (2011). [Map of seismogenics zones of Uzbekistan in the Scale: 1:600000]. // Tashkent: State of Scientific Venture “Cartography” of State Committee RUz of Land resources, Geodetics, Cartography and State Cadastre. Circulation 500 units (In Russ.).
16. Ibragimov, R.N., Nurmatov, U.A., & Ibragimov, O.R. (2002). [Seismotectonics methods estimate of seismic dangers and questions seismic zoning]. In *Seismicheskoe raionirovanie i prognoz zemletriasenii v Uzbekistane* [Seismic zoning and prognosis of earthquakes in Uzbekistan] (pp. 59–74). Tashkent: GIDRO-INGEO Publ. (In Russ.).
17. Mavlyanov, G.A. (1958). *Geneticheskie tipy lessov i lessovidnykh porod tsentral'noi i iuzhnoi chastei Srednei Azii i ikh inzhenerno-geologicheskie svoistva* [Genetics types of losses and similar on losses rocks of the Central and South parts of Middle Asia and their engineering-geologic properties]. Tashkent: Academy Sciences UzSSR Publ, 609 p. (In Russ.).
18. Kondorskaya, N.V., & Shebalin, N.V. (1977). *New Catalog of Strong Earthquakes in the Territory of the USSR from Ancient Times to 1975*. Academy of Sciences, Moscow (English translation, updated through 1977, available as Report SE-31, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, Boulder, CO, 606 pp.).
19. Djuraev A. (1975). [Macroseismic investigations of strong earthquakes on the territory Middle Asia and Kazakhstan]. In: *Nauchnyi otchet (zakl.)* [Scientific Report (Final Report)]. Tashkent: Funds of Institute Seismology AS of UzSSR. (In Russ.).
20. [Central Asia and Kazakhstan]. (1987). In *Zemletriaseniia v SSSR v 1984 godu* [Earthquakes in the USSR in 1984]. Moscow: Nauka Publ., 1987. (In Russ.).
21. Djanuzakov, K.D., Kalmikova, N.A., & Giyasova, Sh.Sh. (2001). [Central Asia]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1995 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia in 1995] (pp. 45–46). Moscow: IFZ RAN. (In Russ.).
22. Ismailov, V.A., Nurmatov, U.A., Ibragimov, A.Kh., & Khusomiddinov, A.S. (2018). [About the consequences of Bakhmal earthquakes on 29 September 2017]. *Geologiya i mineral'nye resursy* [Journal of geology and mineral resources], 1, 35–38. (In Russ.).